

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 981**

51 Int. Cl.:
A61H 23/04 (2006.01)
A61H 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01952988 .2**
96 Fecha de presentación: **12.07.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1299648**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2003**

54 Título: **Aparato de aplicación de impulsos a un cuerpo**

30 Prioridad:
13.07.2000 US 218128 P
12.07.2001 US 904440

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.04.2012

73 Titular/es:
ELECTROMED, INC.
502 SIXTH AVENUE NW
NEW PRAGUE, MN 56071, US y
HANSEN, CRAIG N.

72 Inventor/es:
HANSEN, Craig N.

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 378 981 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de aplicación de impulsos a un cuerpo

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de un aparato para generar presión de aire e impulsos de presión de aire en una cavidad. La invención está dirigida a un dispositivo médico para aplicar fuerzas repetitivas de compresión al cuerpo de una persona para contribuir a la circulación sanguínea, al desprendimiento y la eliminación de moco de los pulmones de una persona y al alivio de tensiones musculares y nerviosas.

Antecedentes de la invención

10 La eliminación de moco del tracto respiratorio en individuos sanos se logra fundamentalmente por medio de la acción mucociliar normal del cuerpo y de la tos. En condiciones normales, estos mecanismos son muy eficientes. El trastorno del sistema de transporte mucociliar normal o la hipersecreción del moco respiratorio dan como resultado la acumulación de moco y desechos en los pulmones, que pueden causar graves complicaciones médicas como hipoxemia, hipercapnia, bronquitis crónica y neumonía. Estas complicaciones pueden dar como resultado una menor calidad de vida o convertirse incluso en causa de muerte. La eliminación anormal del moco respiratorio es una
15 manifestación de muchas afecciones médicas, como tos ferina, fibrosis quística, atelectasia, bronquiectasia, enfermedad de cavitación pulmonar, deficiencia de vitamina A, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma y síndrome de inmovilidad ciliar. La exposición al humo del cigarrillo, a contaminantes atmosféricos e infecciones virales también afectan adversamente a la función mucociliar. Los pacientes posoperatorios, las personas paralizadas y los recién nacidos con síndrome de dificultad respiratoria también presentan un transporte mucociliar reducido.

20 La fisioterapia torácica tiene un largo historial de eficacia clínica y, típicamente, forma parte de los regímenes médicos estándar para mejorar el transporte del moco respiratorio. La fisioterapia torácica puede incluir la manipulación mecánica del tórax, el drenaje postural con vibración, la tos dirigida, un ciclo activo de respiración y drenaje autogénico. La manipulación externa del tórax y el entrenamiento respiratorio conductual son prácticas
25 aceptadas según definen las Directrices de 1991 de la American Association for Respiratory Care. Los diversos procedimientos de fisioterapia torácica para mejorar la eliminación de moco son frecuentemente combinados para lograr una eficacia óptima y son individualizados en las prescripciones para cada paciente por el médico encargado.

30 La fibrosis quística (FQ) es la enfermedad genética hereditaria más común que supone una amenaza para la vida entre los caucásicos. El defecto genético trastoca la transferencia de cloruro al interior y el exterior de las células, lo que hace que el moco normal procedente de las glándulas exocrinas se vuelva muy espeso y pegajoso, que acaba obstruyendo los conductos de las glándulas en el páncreas, los pulmones y el hígado. El trastorno de las glándulas pancreáticas impide la secreción de enzimas digestivas importantes y causa problemas intestinales que pueden llevar a la desnutrición. Además, el moco espeso se acumula en los tractos respiratorios del pulmón, provocando
35 infecciones crónicas, fibrosis y una capacidad vital disminuida. La tos normal no es suficiente para desprender estos depósitos de moco. La FQ normalmente aparece durante los 10 primeros años de vida, a menudo en la infancia. Hasta hace poco, no se esperaba de los niños con FQ que llegaran a la adolescencia. Sin embargo, con los progresos en la suplementación de enzimas digestivas, la terapia antiinflamatoria, la fisioterapia torácica y los antibióticos, la esperanza de vida media ha aumentado hasta los 30 años, llegando a vivir algunos pacientes hasta los cincuenta y pico años y más allá. La FQ se hereda a través de un gen recesivo, lo que significa que, si ambos
40 padres son portadores del gen, hay una probabilidad del 25 por ciento de que un hijo tenga la enfermedad, un 50 por ciento de probabilidad de que sea portador y un 25 por ciento de probabilidad de que no esté afectado genéticamente. Algunos individuos que heredan genes mutados de ambos padres no desarrollan la enfermedad. El avance normal de la FQ incluye problemas gastrointestinales, déficit de crecimiento, infecciones pulmonares reiteradas y múltiples y muerte debida a insuficiencia respiratoria. Aunque algunos pacientes experimentan graves
45 síntomas gastrointestinales, la mayoría (90 por ciento) de los pacientes con FQ acaba sucumbiendo a problemas respiratorios.

Se requiere un exigente régimen diario para mantener la salud del paciente con FQ, aunque el paciente no experimente problemas agudos. Los tratamientos diarios para la FQ de un paciente con FQ pueden incluir:

- terapia respiratoria para desprender y movilizar el moco;
- 50 • terapia inhalatoria con fármacos antiinflamatorios, broncodilatadores y antibióticos para las infecciones;
- antibióticos orales e intravenosos para controlar la infección;
- dosis de Pulmozyme para diluir el moco respiratorio;
- de 20 a 30 píldoras de enzimas pancreáticas tomadas con cada comida para contribuir a la digestión;

- una dieta pobre en grasa y rica en proteína;
- vitaminas y suplementos nutricionales; y
- ejercicio.

Un trasplante de pulmón puede ser la única esperanza de pacientes con fibrosis quística en etapa terminal.

5 Casi todos los pacientes de FQ requieren terapia respiratoria como parte cotidiana de su régimen de cuidados. La
 acumulación de moco espeso y pegajoso en los pulmones obstruye las vías aéreas y atrapa bacterias,
 proporcionando un entorno ideal para las infecciones respiratorias y la inflamación crónica. Esta inflamación causa
 fibrosis permanente del tejido pulmonar, reduciendo la capacidad de los pulmones de absorber oxígeno y, en último
 10 término, de sostener la vida. Debe efectuarse la terapia respiratoria incluso cuando el paciente se está sintiendo
 bien, para evitar infecciones y mantener capacidad vital. Tradicionalmente, los profesionales sanitarios llevan a cabo
 fisioterapia torácica (FTT) de una a cuatro veces al día. La FTT consiste en que un paciente se tumbe en una de
 doce posiciones mientras un cuidador da "palmadas" o golpea sobre el pecho y la espalda sobre cada lóbulo del
 15 pulmón. Tratar todas las zonas del pulmón en las doce posiciones requiere golpear entre media y tres cuartos de
 hora acompañado de terapia inhalatoria. La FTT elimina el moco desprendiendo las secreciones de las vías aéreas
 mediante percusiones en el tórax y drenando el moco desprendido hacia la boca. Se requiere un tosido activo para
 acabar de eliminar el moco desprendido. La FTT requiere la asistencia de un cuidador, a menudo un familiar, o una
 enfermera o un técnico en terapia respiratoria si no se dispone de familiar. Es un procedimiento físicamente agotador
 tanto para el paciente de FQ como para el cuidador. El incumplimiento de los protocolos establecidos por parte del
 20 paciente y del cuidador es un problema muy reconocido que vuelve ineficaz este procedimiento. La eficacia de la
 FTT es también sumamente sensible a la técnica y se degrada a medida que el cuidador se va cansando. El
 requisito de que haya disponible una segunda persona para llevar a cabo la terapia limita gravemente la
 independencia del paciente de FQ.

Se vienen usando dispositivos de respiración artificial para aplicar presión al tórax de una persona o aliviar este de
 presión para asistir en las funciones respiratorias del pulmón y para desprender y eliminar moco de los pulmones de
 25 personas con FQ. Someter el tórax y los pulmones de una persona al impulso de presión o a vibraciones disminuye
 la viscosidad del moco de los pulmones y las vías aéreas, mejorando con ello la movilidad y la eliminación del fluido
 de los pulmones. Estos dispositivos usan chalecos que tienen vejigas que se llenan de aire que rodean el tórax de la
 persona. En la técnica anterior se dan a conocer mecanismos mecánicos, tales como válvulas neumáticas operadas
 por solenoide o motor, fuelles y pistones para suministrar aire a presión a diafragmas y vejigas con un patrón regular
 30 o a impulsos. La vejiga llevada en torno del tórax de una persona con FQ comprime el tórax reiteradamente, y lo
 libera, a frecuencias de hasta 25 ciclos por segundo. Cada compresión hace que una ráfaga de aire atraviese los
 lóbulos de los pulmones que arranca las secreciones de los lados de las vías aéreas y las impulsa hacia la boca, de
 la que pueden ser eliminados con la tos normal. La manipulación externa del tórax y una oscilación de alta
 frecuencia de la pared torácica fueron documentadas en 1966 por Beck GJ, Chronic Bronchial Asthma and
 35 Emphysema, Rehabilitation and Use of Thoracic Vibrocompression, Geriatrics (1966); 21: 139-158.

En la patente estadounidense nº 1.898.652, G. A. Williams da a conocer un generador de impulsos de aire para
 estimular la circulación sanguínea y el tratamiento de tejidos y músculos debajo de la piel. Se usa un pistón oscilante
 para generar impulsos de presión de aire que son transferidos por medio de una manguera a un aplicador dotado de
 40 un diafragma flexible. El aire pulsante generado por el pistón en movimiento imparte un movimiento relativamente
 rápido al diafragma, que somete al cuerpo de la persona a fuerzas pulsantes.

En la patente estadounidense nº 2.588.192, J. D. Ackerman et al. dan a conocer un aparato de respiración artificial
 dotado un chaleco torácico al que se suministra aire a presión con una bomba neumática. Válvulas operadas por
 solenoide controlan el flujo de aire hacia el chaleco, y procedente del mismo, de manera controlada, haciendo que el
 chaleco palpite, sometiendo con ello el tórax de la persona a reiterados impulsos de presión.

45 En la patente estadounidense nº 2.918.917, J. H. Emerson da a conocer un aparato para ejercitar y masajear las
 vías aéreas y los órganos asociados y para desprender y eliminar de ellos el moco. Un compresor accionado por
 motor crea una presión de aire para un dispositivo que se ajusta sobre la nariz y la boca de una persona. El
 diafragma, movido de forma oscilante con un motor eléctrico, imprime una pulsación al aire que fluye al dispositivo y
 a la vía aérea de la persona. La velocidad del motor se controla para regular el número de vibraciones por minuto.

50 En la patente estadounidense nº 3.078.842, R. F. Gray da a conocer una vejiga para aplicar cíclicamente una
 presión externa al tórax de una persona. Un alternador de presión aplica presión de aire a la vejiga. Un generador de
 impulsos aplica presión de aire a la vejiga para aplicar impulsos de presión del tórax de la persona.

En la patente estadounidense nº 4.590.925, R. S. Dillion usa una cavidad inflable para cubrir una porción de la
 55 extremidad de una persona, como un brazo o una pierna. La cavidad está conectada a un control de fluido y a un
 monitor de impulsos operables para aplicar y quitar selectivamente presión de la extremidad de la persona.

En las patentes estadounidenses n^{os} 4.838.263 y 5.056.505, W. J. Warwick y L. G. Hansen dan a conocer un aparato de compresión torácica que tiene un chaleco torácico que rodea el tórax de una persona. Una válvula giratoria accionada por motor permite que fluya aire al interior del chaleco y que salga aire del mismo para aplicar impulsos presurizados al tórax de la persona. Un sistema alternativo de bombeo por impulsos tiene un par de fuelles conectados a un cigüeñal con bielas operado con un motor eléctrico de cc. La velocidad del motor se regula con un controlador para controlar la frecuencia de los impulsos de presión aplicados al chaleco. El paciente controla la presión del aire del chaleco abriendo y cerrando el extremo de un tubo de salida de aire.

En las patentes estadounidenses n^{os} 5.453.081 y 5.569.170, C. N. Hansen da a conocer un aparato pulsante para suministrar impulsos de aire a un receptor cerrado, tal como un chaleco colocado en torno al tórax de una persona. El aparato tiene una carcasa con una cámara interna que contiene un diafragma. Un dispositivo operado eléctricamente, tal como un solenoide, conectado al diafragma, es operado con un generador de impulsos para hacer vibrar al diafragma para dar impulsos al aire en la cámara. Una manguera conecta la cámara con el chaleco para transferir aire e impulsos de aire al chaleco, el cual aplica impulsos de presión al tórax de la persona.

En las patentes estadounidenses n^{os} 5.769.797 y 6.036.662, N. P. Van Brunt y D. J. Gagne dan a conocer un dispositivo oscilatorio de compresión torácica que tiene una pared con una cámara neumática y un diafragma montado en la pared y expuesto a la cámara neumática. Una biela conectada de forma pivotante con el diafragma y conectada de forma giratoria con un cigüeñal transmite fuerza al diafragma durante el giro del cigüeñal. Un motor eléctrico acciona el cigüeñal a velocidades controladas seleccionadas para regular la frecuencia de los impulsos de aire generados por el diafragma en movimiento. Un generador de flujo de aire, mostrado como un compresor, suministra aire a la cámara neumática para mantener la presión del aire en la cámara. Los controles de los motores que mueven el diafragma y el compresor son sensibles a la presión del aire en la cámara neumática. Estos controles tienen sistemas de reacción sensibles a la presión de aire que regulan las velocidades operativas de los motores para controlar la frecuencia de los impulsos y la presión de aire en el chaleco.

Se dan a conocer ejemplos de aparatos conocidos para generar impulsos de presión de aire en una cavidad en los documentos US-A-3 029 743 y US-A-5 836 751.

En el documento anteriormente mencionado US-A-5 569 170 se describe un aparato para generar presión de aire e impulsos de presión de aire en una cavidad según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención ha sido desarrollada con estos antecedentes y con las limitaciones y problemas asociados con los mismos.

Para lograr esto, el aparato de la presente invención se caracteriza por las características reivindicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes se reivindican realizaciones ventajosas de la invención.

En una realización preferente de la invención, el aparato comprende un chaleco usado para aplicar impulsos de presión repetitivos a un cuerpo humano y un generador de impulsos para generar impulsos de presión de aire que son transmitidos al chaleco para proporcionar una terapia de eliminación de secreciones y moco. El chaleco tiene una funda exterior no elástica unida a un forro flexible. Un núcleo neumático de material flexible situado entre la funda y el forro está conectado por medio de una manguera a un generador de impulsos de aire operable para generar impulsos repetitivos de presión de aire que son transmitidos al núcleo neumático. Los impulsos de presión de aire a los que es sometido el núcleo neumático crean impulsos repetitivos de presión que son transmitidos al cuerpo de una persona que lleva puesto el chaleco, por lo que las oscilaciones o los impulsos de alta frecuencia en la pared del chaleco mejoran la eliminación del moco en el sistema respiratorio de la persona. El generador de pulsaciones tiene una carcasa con una cámara neumática pulsante interna en comunicación de aire con la manguera que transmite aire e impulsos de presión de aire al núcleo neumático. Los impulsos de presión de aire son generados con un diafragma amovible montado en la carcasa que tiene un lateral en comunicación con la cámara neumática pulsante. Un mecanismo transmisor del movimiento accionado con una unidad de potencia de velocidad variable hace que el diafragma oscile linealmente para aumentar y disminuir de forma repetitiva la presión del aire en la cámara interna, generando con ello impulsos de presión de aire. La velocidad operativa de la unidad de potencia es regulada para cambiar la frecuencia de los impulsos de presión del aire. El maletín tiene una cámara de bombeo de aire en comunicación con el otro lado del diafragma. El diafragma oscilante bombea aire a presión al interior de la cámara neumática pulsante. Una válvula unidireccional montada en la carcasa permite que fluya aire a presión desde la cámara de bombeo de aire al interior de la cámara pulsante y evita que el flujo inverso de aire desde la cámara neumática pulsante regrese a la cámara de bombeo de aire, manteniendo con ello el aire en la cámara neumática pulsante a una presión deseada. Un estrangulador ajustable del flujo de aire limita el flujo de aire que entra en la cámara de bombeo de aire, controlando con ello la presión del aire en la cámara de bombeo de aire, la cámara pulsante y el núcleo neumático situado en el chaleco.

La realización preferente del aparato pulsante del cuerpo tiene un maletín con paredes que rodean una cámara neumática pulsante. Una manguera alargada lleva aire e impulsos de aire a un núcleo neumático en un chaleco situado en torno a la parte superior del cuerpo de una persona. El maletín tiene una pared interna que separa la

cámara neumática pulsante de una cámara colectora de aire. Una o más válvulas unidireccionales montadas en la pared interna permiten que fluya aire desde la cámara colectora de aire a la cámara neumática pulsante y evitan que el flujo inverso de aire vuelva de la cámara neumática pulsante a la cámara colectora de aire. El maletín tiene aberturas superior e inferior cubiertas con diafragmas unidos con miembros periféricos flexibles al maletín para cerrar la cámara neumática pulsante. Situado dentro de la cámara neumática pulsante hay un par de mecanismos transmisores de movimiento oscilante lineal para mover linealmente los diafragmas en direcciones opuestas en línea recta para dar impulsos al aire de la cámara neumática pulsante. Los mecanismos transmisores de movimiento son dispositivos de yugo escocés que proporcionan a los diafragmas movimientos armónicos en línea recta. Un motor eléctrico hace girar un eje común que tiene un par de excéntricas que se mueve lateralmente lanzaderas y da un movimiento oscilante a los yugos. Los yugos están directamente fijados a los diafragmas. La velocidad operativa del motor está controlada con un controlador de motor cableado a un temporizador y una fuente de energía eléctrica. El controlador es ajustable a mano para cambiar la velocidad del motor, que es proporcional a la frecuencia de los impulsos de aire en la cámara neumática pulsante. Tapas situadas sobre los diafragmas fijados a la carcasa tienen cámaras de bombeo de aire en comunicación con la cámara colectora. Los movimientos oscilantes de los diafragmas aspiran aire a través de un control del flujo de aire al interior de una cámara colectora de aire y cámaras de bombeo y comprimen el aire en la cámara colectora de aire. La presión del aire en la cámara colectora de aire se regula con una válvula de control del flujo de aire ajustable manualmente. Restringir al flujo de aire que entra en la cámara colectora reduce la presión del aire en la cámara colectora de aire. Cuando la presión del aire en la cámara colectora de aire supera la presión de aire en la cámara neumática pulsante, la válvula unidireccional se abre para permitir que fluya aire al interior de la cámara neumática pulsante, a través de la manguera, y al interior del núcleo neumático, inflando con ello el núcleo neumático, que aplica presión a la parte superior del cuerpo de una persona que lleva puesto el chaleco. Los movimientos oscilantes de los diafragmas dan impulsos al aire presurizado a una frecuencia determinada por la velocidad del motor eléctrico que mueve los yugos escoceses.

Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática del generador de presión de aire y de impulsos de la invención acoplado con un núcleo neumático en un chaleco situado alrededor del tórax de una persona;

la Figura 2 es una vista esquemática, parcialmente seccionada, del núcleo neumático, el chaleco y la persona de la Figura 1;

la Figura 3 es una vista superior en planta del panel de un temporizador regulable del generador de presión de aire y de impulsos de la Figura 1;

la Figura 4 es una vista superior en planta del panel de control de la frecuencia y la presión de aire del generador de presión de aire y de impulsos de la Figura 1;

la Figura 5 es una vista esquemática del aparato de presión de aire y generador de impulsos de la Figura 1;

la Figura 6 es una vista esquemática en corte transversal del generador de presión de aire y de impulsos de la Figura 1;

la Figura 7 es un gráfico de la presión en función del tiempo del generador de presión de aire y de impulsos de la Figura 1;

la Figura 8 es una vista ampliada en corte tomada a lo largo de la línea 8-8 de la Figura 5;

la Figura 9 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 9-9 de la Figura 8;

la Figura 10 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 10-10 de la Figura 9;

la Figura 11 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 11-11 de la Figura 8;

la Figura 12 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 12-12 de la Figura 11;

la Figura 13 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Figura 11;

la Figura 14 es una vista en corte similar a la Figura 8 que muestra los conjuntos de diafragmas en el modo de bombeo de aire; y

la Figura 15 es una vista en corte similar a la Figura 8 que muestra los conjuntos de diafragmas en el modo de impulso de aire.

Descripción de la realización preferente

El aparato pulsante para el cuerpo, indicado generalmente en 10 en la Figura 1, tiene un chaleco 11 y un generador 12 de presión de aire y de impulsos operable para aplicar impulsos repetitivos de presión al chaleco colocado en

torno a un cuerpo humano para proporcionar una terapia de eliminación de secreciones y del moco. La eliminación del moco respiratorio es aplicable a muchas afecciones médicas, tales como tos ferina, fibrosis quística, atelectasia, bronquiectasia, enfermedad de cavitación pulmonar, deficiencia de vitamina A, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma y síndrome de inmovilidad ciliar. Los pacientes posoperatorios, las personas paralizadas y los recién nacidos con síndrome de dificultad respiratoria también presentan un transporte mucociliar reducido. El aparato 10 proporciona oscilaciones o impulsos de alta frecuencia a la pared torácica para mejorar la eliminación de moco en una persona 13 con un transporte mucociliar reducido.

El chaleco 11, colocado en torno a la parte superior del cuerpo o tórax 14 de la persona, está soportado sobre los hombros 16 y 17 de la persona. Tal como se muestra en la Figura 2, el chaleco 11, expandido para que tenga un contacto superficial sustancial con el exterior de la parte superior 14 del cuerpo, funciona aplicando impulsos reiterados de compresión o presión, mostrados por las flechas 18, al cuerpo 14. La reacción del cuerpo 14 a los impulsos de presión causa la expansión repetitiva del cuerpo cuando los impulsos de presión están en la fase de baja presión del ciclo de presión. Los impulsos de presión a los que son sometidos los pulmones 19 y 21 y la tráquea 22 proporcionan una terapia para la eliminación de secreciones y moco. La cavidad torácica ocupa solo la parte superior de la caja torácica y contiene los pulmones izquierdo y derecho 19 y 21, el corazón 23, las arterias 24 y 26 y la caja torácica 27. Los impulsos de presión reiterados aplicados al tórax 14 estimulan el corazón 23 y el flujo sanguíneo en las arterias 24 y 26 y las venas de la cavidad torácica. Las tensiones muscular y nerviosa también se alivian por medio de los reiterados impulsos de presión impartidos a las porciones delantera, laterales y posterior del tórax 14. La parte inferior de la caja torácica comprende la cavidad abdominal 29, que llega en sentido ascendente hasta el extremo inferior del esternón para dar una protección considerable a grandes órganos abdominales, fáciles de lesionar, como el hígado, el bazo, el estómago y los riñones. Las dos cavidades están separadas por un diafragma 28 en forma de cúpula. La caja torácica 27 tiene doce costillas en cada lado del tronco. Las costillas consisten en una serie de huesos delgados, curvados y bastante elásticos que se articulan posteriormente con las vértebras torácicas. Los espacios entre las sucesivas costillas están cruzados por músculos intercostales. La caja torácica 29 contribuye a la distribución de los impulsos de presión a los pulmones 19 y 21 y a la tráquea 22.

El chaleco 11 tiene una funda exterior 31 que comprende un material no elástico, tal como un tejido de nailon. Para la funda 31 pueden usarse otros tipos de materiales. La funda 31 está fijada a un forro interior flexible 31 situado adyacente al cuerpo 14 y alrededor del mismo. El forro 32 es un tejido flexible, tal como un tejido poroso de algodón, que permite que fluya el aire a través del tejido hacia el cuerpo 14. Un dispositivo 33 de cierre, mostrado como una cremallera, fija la parte inferior del forro 32 a una porción extrema 34 de la funda 31, dirigida hacia arriba. Una vejiga o núcleo neumático 36, dotado de una cámara interna 37 y un pasadizo colector 38, está situado entre la funda 31 y el forro 32. Una pluralidad de pasadizos 39 de aire entre el pasadizo 38 y la cámara 37 permiten que fluya aire hacia arriba, al interior de la cámara 37. Un muelle alargado 41 en la parte inferior del núcleo neumático 36 dentro del pasadizo colector 38 mantiene abierto el pasadizo colector 38. En la porción inferior del núcleo neumático 36 pueden usarse otros tipos de estructuras que mantienen abierto el pasadizo colector 38 y permiten que fluya el aire a través del pasadizo 38. La porción extrema 33 de la funda no elástica 31 y el muelle 41 reducen sustancialmente la presión interna del chaleco sobre la cavidad abdominal 29 y los órganos en el interior de la misma y reducen la tensión sobre el aparato digestivo. El núcleo neumático 36 tiene una pluralidad de aberturas 42 de control para el flujo de aire verticalmente alineadas que restringen el flujo de aire desde la cámara 37 de núcleo neumático al interior del espacio entre la funda 31 y el forro 32. El aire que fluye a través del forro poroso 32 ventila y enfría el cuerpo 14 rodeado por el chaleco 11.

Volviendo a la Figura 1, el chaleco 11 tiene un par de correas verticales 43 y 44 para los hombros separadas verticalmente con un borde superior posterior cóncavo. Las porciones verticales frontales 46 y 47 del pecho están separadas de las correas 43 y 44 con bordes superiores cóncavos curvados que permiten que el chaleco 11 que quepa bajo los brazos de la persona. Sujeciones liberables, tales como almohadillas 48 y 49 de bucles, fijadas a las superficies exteriores de las porciones 46 y 47 del pecho cooperan con almohadillas de ganchos (no mostradas) fijadas a las partes interiores de las correas 43 y 44 para los hombros para conectar de forma liberable las correas 43 y 44 para los hombros con porciones 46 y 47 del pecho. Las correas 43 y 44 para los hombros se extienden hacia delante sobre los hombros 16 y 17 y hacia abajo sobre las porciones 46 y 47 del pecho. Las almohadillas de ganchos y bucles son sujeciones liberables de VELCRO que ponen en contacto las correas 43 y 44 para los hombros con las porciones 46 y 47 del pecho y mantienen las porciones 46 y 47 del pecho adyacentes a la parte delantera del cuerpo 14.

El chaleco 11 tiene una primera solapa terminal lateral 51 extendida hacia fuera en el lado izquierdo del chaleco. Una almohadilla rectangular 52 de bucles fijada al exterior de la solapa terminal 51 coopera con las almohadillas de ganchos en una segunda solapa terminal lateral 53 en el lado derecho del chaleco 11 para sujetar el chaleco 11 en torno al cuerpo 14. Las almohadillas de ganchos y bucles son sujeciones liberables de VELCRO que permiten que el chaleco 11 esté envuelto apretado en torno al cuerpo 14.

Tal como se muestra en la Figura 1, un retenedor liberable 54 conectado a las solapas terminales del chaleco sujeta las solapas 51 y 53 en posiciones solapadas y evita que las sujeciones liberables 52 de ganchos y bucles se suelten durante la aplicación del impulso repetitivo al cuerpo 14 de la persona 13. El retenedor 54 comprende una correa alargada 56 fijada por un extremo de la misma a la porción 53 del pecho. Los extremos opuestos de la correa 56

tienen sujeciones liberables 57 de ganchos y bucles que permiten que la correa 56 sea sujeta en una anilla en D. Un par de anillas 58 y 59 en D fijadas a la porción 46 del pecho está alineado con la correa 56. La correa 56 está enlazada con la anilla 58 en D y conectada con las sujeciones 57 para mantener las solapas terminales 51 y 53 del chaleco y el chaleco 11 en torno al cuerpo 14 de la persona. Se puede tirar rápidamente del extremo libre de la correa 56 para liberar las sujeciones 57 y soltar el retenedor 54.

En uso, el chaleco 11 se coloca en torno al cuerpo 14 de la persona, tal como se muestra en la Figura 1, y se mantiene en su sitio con las correas 43 y 44 para los hombros. Las sujeciones liberables 48 y 49 fijan las correas 43 y 44 a las porciones 46 y 47 del pecho. La ubicación vertical del chaleco 11 sobre el cuerpo 14 se ajusta cambiando la relación de conexión de las correas 43 y 44 sobre las sujeciones liberables 48 y 49. Con las sujeciones liberables 52, la ubicación circunferencial del chaleco 11 se mantiene con un porte poco entallado en torno al cuerpo 13 de la persona. El retenedor 54 mantiene las sujeciones 52 en acoplamiento mutuo y evita que se suelten durante la administración de impulsos por parte del chaleco 11. La correa 56 del retenedor 54 está enlazada con una de las anillas 58, 59 en D y unida conjuntamente con sujeciones 57 de ganchos y bucles. El generador 12 de impulsos de aire es conectado entonces con la manguera 61 al tubo 62 en un extremo del mismo para aplicar impulsos repetitivos de presión al cuerpo 14 de la persona 13.

El generador 12 de presión de aire y de impulsos está montado en un maletín 62 que tiene una parte superior abierta y una tapa 63 unida por una bisagra al maletín 62 operable para cerrar el maletín 62. Se usa un asa 64 montada de forma pivotante en el maletín 62 como empuñadura para facilitar el transporte del generador 12. El maletín 62 y la tapa 63 tienen unas dimensiones totales que permiten que el maletín sea un elemento de equipaje de mano en una aeronave.

El generador 12 de presión de aire y de impulsos tiene un miembro superior 66 montado en el maletín 62 encerrando los elementos operativos del generador de impulsos. Para prohibir los reglajes y reparaciones no autorizados de los componentes operativos del generador 12 de presión de aire y de impulsos, el miembro superior 66 no es fácilmente extraíble del maletín 62. El miembro superior 67 soporta un interruptor principal 67 de la energía eléctrica y un panel frontal 68 que tiene un temporizador operativo 69, una rueda 71 de control de la frecuencia de los impulsos y una rueda 72 de control de la presión del aire. Las ruedas 71 y 72 son giradas manualmente para ajustar la frecuencia de los impulsos de presión de aire y la presión del aire en el núcleo neumático 36 del chaleco. El temporizador 69 tiene un panel 74 de lectura numérica que presenta el tiempo regresivo en minutos y segundos de un ciclo de tratamiento. Se usa una rueda 76 de control para seleccionar un tiempo de ciclo de tratamiento entre 0 y 30 minutos. El periodo seleccionado se registra en el panel 74. Un interruptor 77 de ENCENDIDO y APAGADO acciona el temporizador 69 y el motor 118 de generación de impulsos. La rueda 71 de control de la frecuencia regula un controlador de motor que controla la frecuencia de impulsos de aire entre 5 y 25 ciclos por segundo. El ajuste de la presión de aire en el núcleo neumático 36 se controla girando la rueda 72. La presión de aire en el núcleo neumático 36 se contra entre la presión de la atmósfera y 6,89 kPa.

Tal como se muestra en las Figuras 5, 6 y 7, el generador 12 de presión de aire y de impulsos de aire tiene una unidad 78 combinada generadora de impulsos de aire y bomba operable para crear impulsos de presión de aire, mostrados por las flechas 79, que son transportados por la manguera 61 al núcleo neumático 36. La unidad 78 tiene un cajón metálico rectangular 81 que tiene paredes laterales verticales 82 y 83 unidas a paredes terminales 84 y 85. Una pared interna 86 extendida entre las paredes laterales 82 y 83 y unida a las mismas separa una cámara neumática pulsante 87 de una cámara colectora o vestibular 88. La cámara colectora 88 está entre la pared terminal 85 y la pared interna 86. La parte superior y la inferior de la carcasa 81 están abiertas. Un par de diafragmas 89 y 91 montados en la carcasa 81 cierran las aberturas de la carcasa, encerrando la cámara neumática pulsante 87 situada entre los diafragmas 89 y 91. Una primera tapa 92 con forma de bandeja, fijada a la parte superior del cajón 81 con sujeciones 93, está situada hacia fuera del diafragma 89. El espacio entre la tapa 92 y el diafragma 89 es una primera cámara 94 de bombeo en comunicación de fluido con la cámara colectora 88 para permitir que fluya aire al interior de la cámara 94 y fuera de ella. Una segunda tapa 96 con forma de bandeja, fijada a la parte inferior del cajón 81 con sujeciones 97, está situada hacia fuera del diafragma 91. El espacio entre la tapa 96 y el diafragma 91 es una segunda cámara 98 de bombeo de aire en comunicación de fluido con la cámara colectora 88 para permitir que fluya aire entre las cámaras 88 y 98. El aire fluye desde la cámara 94 y 98 de bombeo al interior de la cámara colectora 88 y desde la cámara colectora 88 al interior de la cámara pulsante 87 a través de una válvula unidireccional o válvula 99 de retención, mostrada por la flecha 100 en la Figura 14. La válvula 99, cuando está cerrada, tal como se muestra en la Figura 8, evita que el flujo de aire procedente de la cámara pulsante 87 vuelva a la cámara colectora 88. La válvula 99, mostrada en la Figura 8, tiene un alojamiento cilíndrico 101 montado en la pared 86. El alojamiento 101 tiene un pasadizo 102 abierto a las cámaras 87 y 88 que acomoda un miembro o disco 103 de válvula amovible entre posiciones abierta y cerrada. Un pasador transversal 104 montado en el alojamiento 101 retiene el disco 103 en el pasadizo 102 y proporciona un eje para el disco 103, permitiendo que el disco 103 pivote a su posición abierta. Pueden usarse una o más válvulas unidireccionales montadas en la pared 86 para permitir que fluya aire desde la cámara colectora al interior de la cámara pulsante 87 y bloquear el flujo inverso de aire desde la cámara pulsante 87 de nuevo hasta la cámara colectora 88.

El diafragma 89 tiene una placa metálica rectangular rígida 106 unida a una brida flexible periférica 107 de caucho o plástico. La porción interna de la brida 107 está bifurcada y encolada a lados opuestos de la placa 106. La porción

5 exterior de la brida 107 está sujeta con sujeciones 93 entre la tapa 92 y la carcasa 81. Tal como se muestra en las Figuras 8, 9, 14 y 15, la brida flexible 107 tiene una sección 109 en pliegue de acordeón que comprende nervaduras dirigidas hacia arriba y hacia abajo que permiten un movimiento lateral lineal de la placa 106 sin estirar ni someter a esfuerzo el material flexible de la brida 107. El diafragma 91 tiene una placa metálica rígida 11 situada en el lado inferior de la cámara 87 y paralela a la placa 106. Una brida flexible 112 unida a la placa 106 está sujeta con sujeciones 97 entre la carcasa 81 y la tapa 96. La brida 112 tiene una abertura 113 que permite que fluya aire entre la cámara colectora 88 y la segunda cámara 98 de bombeo. Una sección central de la brida 112 alrededor de la placa 111 tiene una sección en pliegue de acordeón que permite el movimiento lateral lineal de la placa 111 sin estirar ni someter a esfuerzo el material flexible de la brida 112.

10 Los diafragmas 89 y 91 son movidos de forma lineal en direcciones laterales opuestas con conjuntos de transmisión lineal del movimiento indicados en general en 116 y 117 accionados con un motor eléctrico 118 de cc de velocidad variable. Una transmisión 119 de energía mediante cinta y polea conecta con accionamiento el motor 118 a los conjuntos 116 y 117 de transmisión del movimiento. Tal como se muestra en las Figuras 11 y 13, el conjunto 116 de transmisión del movimiento tiene un miembro transversal 121 fijado con sujeciones 122 y 123 a las paredes laterales 15 82 y 83 de la carcasa. El miembro 121 tiene un par de superficies guía paralelas verticales 124 y 126. Un yugo 127 que tiene lados opuestos situados en acoplamiento deslizante con las superficies guía 124 y 126 está fijado a la placa 106 con un par de pernos 128 y 129. Los pernos 128 y 129, extendidos a través de agujeros 131 y 132 en la placa 107, evitan el movimiento relativo, incluyendo el movimiento pivotante, entre el yugo 127 y la placa 106. El yugo 127 solo tiene un movimiento oscilante lineal que evita el balanceo y el movimiento angular del diafragma 89 20 durante la oscilación del mismo. Tal como se ve en la Figura 13, el yugo 127 tiene una abertura o ventana lateral 133 que acomoda un bloque corredizo 134. El bloque 134 tiene un orificio que acomoda una excéntrica 136 montada en un árbol 137. La excéntrica 136 está rodeada con un cojinete 138 situado en el orificio del bloque corredizo 134. El yugo 127, el bloque corredizo 134, la excéntrica 136 y el árbol 137 se denominan conjunto de transmisión de la potencia de yugo escocés. Un segundo conjunto de transmisión de la potencia de yugo escocés conectado operativamente a la placa 111 del diafragma 91 comprende un yugo 139 fijado con un par de pernos 140 y 141 a la 25 placa 111. Los pernos 140 y 141 evitan el movimiento relativo, incluyendo el movimiento pivotante, del yugo 139 con respecto a la placa 111, por lo que el diafragma 91 tiene únicamente movimientos oscilantes lineales. El yugo 139 tiene lados verticales exterior situados en acoplamiento deslizante con superficies guía verticales 142 y 143 de un segundo miembro transversal 144 que restringe el movimiento del yugo 139 al movimiento lineal oscilante. Volviendo a la Figura 11, las sujeciones 146 y 147 están fijadas al miembro transversal 144 a las paredes laterales 82 y 83 de 30 la carcasa. El segundo miembro transversal 144 está situado adyacente al primer miembro transversal y acomoda de forma giratoria el extremo exterior del árbol 137, tal como se muestra en las Figuras 8, 14 y 15. El yugo 139 tiene una abertura o ventana 148 que acomoda de forma deslizante un bloque corredizo 149 que tiene un orificio cilíndrico para un cojinete 152 y una excéntrica 151 fijada al árbol 137. La excéntrica 151 está situada diametralmente opuesta a la excéntrica 136, tal como se muestra en la Figura 14, para proporcionar un equilibrio de giro a los conjuntos de 35 transmisión de la potencia de yugo escocés.

Volviendo a la Figura 11, la transmisión 119 de energía mediante cinta y polea tiene una pequeña polea motriz 153 conectada al eje motriz 154 del motor 118. Una primera cinta 156 sin fin colocada en torno a la polea 153 y una gran polea 157 fijada a un eje 158 de transmisión transmite energía al árbol 137 con una pequeña polea 162 en el eje 158 40 de transmisión y una cinta 163 sin fin que acopla la polea 162 a una gran polea 164 fijada al árbol 137. Las poleas pequeñas y grandes 153, 157 y 162, 164 proporcionan transmisión 119 de energía con una operación de reducción de la velocidad del árbol 137. Tal como se muestra en las Figuras 6, 8 y 11, los conjuntos 116 y 117 de transmisión del movimiento y la transmisión 119 de energía mediante cinta y polea están situados en la cámara pulsante 87 y están rodeados por la carcasa 81 y los diafragmas 89 y 91. El aislamiento de los conjuntos 116 y 117 de transmisión 45 del movimiento en la cámara 87 reduce el ruido y protege estos conjuntos y la transmisión 119 de energía mediante cinta y polea de contaminantes ambientales externos.

La velocidad del motor 118 de cc se regula con un controlador 166 conectado a una rueda 71 girable de forma manual situada en una posición cómoda para el usuario en el panel 68 de control, tal como se ve en las Figuras 1 y 4. El controlador 166 es una unidad comercial de control de la velocidad de un motor de cc operable variando la 50 tensión del motor 118 de c para controlar la velocidad operativa del motor. Un ejemplo de controlador 166 es el controlador modelo XP05, de Minarik Corporation, Glendale, California. Pueden usarse otros controladores de motores de cc para controlar la velocidad del motor 118. Tal como se muestra en la Figura 5, el controlador 166 está cableado al temporizador 69, que tiene un interruptor 77 que es operable manualmente para conectar el controlador 166 con una fuente de energía eléctrica para operar el motor 118 de cc.

55 La presión del aire en la cámara colectora 88 se controla con una válvula 167 de flujo libre variable proporcional al orificio operable para restringir o ahogar el flujo de aire hacia la cámara colectora 88 y hacia el exterior de la misma. La válvula 167 tiene un cuerpo 168 que tiene un pasadizo 169. Un estrangulador 171 del flujo de aire, mostrado como un miembro roscado, montado en el cuerpo 168 y extendido dentro del pasadizo 169, regula el flujo de aire a través del pasadizo 169 al interior de un tubo 172. Pueden usarse otros tipos de estranguladores del flujo de aire, 60 tales como una bola giratoria con ranura, para regular el flujo de aire a través de la válvula 167. El extremo remoto del tubo 172 está conectado a un codo 173 montado en la pared 85 de la carcasa. El codo 173 tiene un pasadizo 174 abierto a la cámara colectora 88 para permitir que fluya aire al interior de la cámara colectora 88. Un agujero

175 en el codo 173 permite que fluya una cantidad limitada al interior del pasadizo 174 y fuera del mismo. Un miembro cilíndrico poroso 176 montado en el cuerpo 168 filtra y permite que fluya aire al interior del pasadizo 169 y fuera del mismo y atenúa el ruido del aire que fluye a través del pasadizo 169. La ruda 72 está mecánicamente conectada al estrangulador 171, por lo que el giro de la rueda 72 cambia el tamaño de restricción del pasadizo 169 de flujo de aire y el caudal de aire a través del pasadizo 169. El caudal de aire a través del pasadizo 169 controla el volumen de aire que fluye al interior de la cámara colectora 88 y fuera de la misma. El volumen de aire en la cámara colectora 88 y las cámaras 94 y 98 de bombeo es proporcional a la presión del aire en la cámara colectora 88 generada por los movimientos laterales lineales de los diafragmas 89 y 91, mostrados por las flechas 177 y 178 en la Figura 6. El reglaje de la válvula 167 regula la presión del aire en la cámara colectora 88, mostrada en 183 en la Figura 7. La presión de aire en la cámara colectora 88 sigue una onda sinusoidal debido al movimiento oscilante lineal armónico de los diafragmas 89 y 91. La presión del aire en la cámara pulsante 87, mostrada en 184, sigue una onda sinusoidal opuesta a la onda sinusoidal de la presión 183 de aire. Cuando la presión de aire en la cámara colectora 88 supera la presión de aire en la cámara pulsante 87, el aire fluye desde la cámara colectora 88, a través de la válvula unidireccional 99, al interior de la cámara pulsante 87 y desde la cámara pulsante al interior de la cámara 37 de aire del núcleo neumático 36.

Tal como se muestra en las Figuras 5 y 6, un miembro 181 de control del flujo de aire que tiene un pasadizo longitudinal 182 está montado en la entrada de aire del codo 173. El miembro 181 modula el flujo de aire dentro y fuera de la cámara colectora 88 para compensar las variaciones en el flujo de aire en el tubo 172, la válvula 167 y el miembro poroso 176.

En uso, el chaleco 11 se coloca en torno a la parte superior del cuerpo o tórax 14 de la persona, tal como se muestra en las Figuras 1 y 2. Las correas 43 y 44 para los hombros conectadas a almohadillas 48 y 49 de bucles soportan verticalmente el chaleco 11 sobre la persona 13. La porción circunferencial del chaleco 11 en torno al cuerpo 14 se mantiene con un cómodo porte ajustado con los conectores liberables 52 y 54. El generador 12 de presión de aire e impulsos está conectado al núcleo neumático 36 dentro del chaleco 11 con el tubo flexible 61. El extremo remoto del tubo 61 está conectado al extremo 60 de entrada de aire del pasadizo colector 38 del núcleo neumático 36. La persona 13 o la persona que cuida de ella configura las ruedas 71 y 72 para seleccionar la frecuencia pulsante de los impulsos de aire entre 5 Hz y 25 Hz y la presión de aire dentro del núcleo neumático 36. La duración de la sesión de impulsos se selecciona girando la rueda 76 del temporizador 79. El tiempo seleccionado de la sesión, por ejemplo 10 minutos, se presenta en el panel 74 de lectura del tiempo. El temporizador 69 es ajustable de 1 segundo a 30 minutos. La operación del generador 12 de presión de aire y de impulsos comienza pulsando el interruptor 77 del temporizador 69 a su posición de ENCENDIDO. El interruptor 77 también inicia una cuenta regresiva del temporizador 69. Cuando el temporizador 69 alcanza cero, se corta la energía eléctrica del generador 12 de presión de aire y de impulsos. El interruptor 77 puede ser pulsado durante la operación del generador 12 de presión de aire y de impulsos para detener la operación del generador. Tal como se muestra en la Figura 1, el temporizador 69, la rueda 71 de control de la frecuencia y la rueda 72 de control de la presión están situados en el panel frontal 68 para una comodidad y un uso fáciles para el usuario. La posición rotacional de la rueda 71 regula la operación del controlador 166 de motor que controla la velocidad del motor 118 de cc.

Tal como se muestra en las Figuras 6, 8, 11, 14 y 15, el motor 118, por medio de la transmisión 119 de energía, hace girar el árbol 137 y gira las excéntricas 136 y 151 en torno al eje del árbol 137. Las excéntricas 136 y 151 mueven lateralmente los bloques corredizos 134 y 149 con respecto a los yugos 127 y 139 y dan un movimiento oscilante lineal a los yugos 127 y 139. Los diafragmas 89 y 91, fijados directamente con los pernos 128, 129, 140 y 141 a los yugos 127 y 139, se mueven linealmente hacia fuera, mostrado por las flechas 186 y 187 en las Figuras 12, 13 y 15, y hacia dentro, mostrado por las flechas 117 y 178 en las Figuras 6 y 15. Tal como se muestra en la Figura 15, cuando los diafragmas 89 y 91 se mueven linealmente hacia dentro acercándose mutuamente, el aire fluye desde la cámara colectora 88 al interior de la cámara 94 y 98 de bombeo. Una cantidad restringida de aire fluye a través de la válvula 167 y del miembro 181 de control del flujo de aire al interior de la cámara colectora 88. La rueda 72 se ajusta para controlar el flujo de aire a través de la válvula 167 para controlar con ello la cantidad y la presión de aire en la cámara colectora 88. El movimiento de los diafragmas 89 y 91 hacia el interior aumenta la presión de aire en la cámara pulsante 87 cerrando la válvula unidireccional 99 y transfiriendo aire a presión a través de la manguera 61 al núcleo neumático 36. El núcleo neumático 36 se expande hacia el interior para retener el forro flexible 32 del chaleco 11 en acoplamiento firme con el pecho y la espalda de la persona 13. Los movimientos lineales hacia el interior y el exterior de los diafragmas 89 y 91 generan impulsos de presión de aire en la cámara 87 y el núcleo neumático 36, que aplica fuerzas repetitivas, mostradas por las flechas 18, al pecho y la espalda de la persona 13, aplicando simultáneamente una terapia de oscilación de alta frecuencia a todos los lóbulos de los pulmones y a las vías aéreas para mejorar la eliminación de moco, secreciones y materiales similares de los mismos.

Tal como se muestra en las Figuras 12 a 14, los movimientos lineales de los diafragmas 89 y 91 hacia el exterior fuerzan al aire fuera de las cámaras de bombeo al interior de la cámara colectora 88, aumentando con ellos la presión del aire en la cámara colectora 88. Cuando la presión del aire en la cámara colectora 88 supera la presión del aire en la cámara 87 de bombeo, se abre la válvula unidireccional 99 para permitir que fluya aire desde la cámara colectora 88 al interior de la cámara pulsante 87, mostrado por la flecha 100 en la Figura 14, aumentando con ello la presión del aire en la cámara pulsante 87 y el núcleo neumático 36. La válvula unidireccional 99 se cierra

5 en respuesta a una caída en la presión de aire en la cámara colectora 88 y evita el flujo de retroceso de aire desde la cámara pulsante 87 a la cámara colectora 88. El tamaño del pasadizo 174 limita la cantidad de aire que puede fluir al interior de la cámara colectora 88, evitando con ello un exceso de presión de aire en la cámara colectora 88 en el caso de que la válvula 167 deje de funcionar. El agujero 175 en el codo 173 permite que fluya una cantidad limitada de aire al interior de la cámara colectora 88 y fuera de la misma para mantener una presión de aire mínima en la cámara pulsante 87 y el núcleo neumático 36 en el caso de que la válvula 167 se cierre.

10 Los diafragmas 89 y 91, cuando son movidos linealmente en direcciones opuestas por los conjuntos 116 y 117, respectivamente, de transmisión lineal de movimiento, realizan las funciones duales de establecer la presión de aire y aplicar impulsos al aire en la cámara pulsante 87 y el núcleo neumático 36. La frecuencia de los impulsos de aire se controla entre 5 y 25 ciclos por segundo variando la velocidad del motor 118 de cc. El controlador 166 del motor se regula con la rueda 71 de control manual usada por la persona 13 o el cuidador para alterar la velocidad del motor 118 para cambiar la frecuencia de impulso de los impulsos de aire en la cámara pulsante 87 y el núcleo neumático 36. La válvula 167 restringe el flujo de aire al interior de la cámara colectora 88 y fuera de la misma para regular la presión del aire en la cámara colectora 88 que es transferida a través de la válvula 99 de retención a la cámara pulsante 87 en respuesta a los movimientos lineales de los diafragmas 89 y 91.

15 La manguera 61 dirige aire a presión e impulsos de aire al pasadizo colector 38 de aire en la parte inferior del núcleo neumático 36. Un muelle alargado 41 dentro del núcleo neumático 36 mantiene abierto el pasadizo 38 para permitir que fluya aire a través de las aberturas 39 hacia arriba, al interior de la cámara 37 de aire. La pulsación de aire en la cámara 37 aplica hacia el interior y hacia arriba las fuerzas pulsantes dirigidas a la caja torácica 27 de la persona, lo que transfiere las fuerzas pulsantes a los pulmones y las vías aéreas. Al ser de un material no elástico, la funda exterior 31 del chaleco limita la expansión hacia fuera del núcleo neumático 36. La funda exterior 31, extendida alrededor de la porción inferior del núcleo neumático 36 que contiene el muelle 36, limita la presión del núcleo neumático 36 hacia el interior sobre el abdomen de la persona. La frecuencia de los impulsos oscila entre 5 y 25 ciclos por segundo. Las fuerzas de los impulsos desprenden moco y secreciones de los pulmones y las vías aéreas hacia la boca, de la que pueden ser eliminados por medio de la tos normal. El núcleo neumático 36 tiene una pluralidad de pequeñas aberturas o agujeros 42 que permiten que cantidades limitadas de aire fluyan fuera de la cámara 37 al interior del chaleco 11. El aire ventila y enfría la parte superior del cuerpo 14 rodeado por el chaleco 11 y desinfla el núcleo neumático 36 cuando se DESCONECTA el generador 12 de presión de aire y de impulsos.

20 Se ha descrito que el aparato y el procedimiento de aplicación de impulsos al cuerpo son aplicables a personas que tienen fibrosis quística. El aparato de aplicación de impulsos al cuerpo es aplicable a personas con bronquiectasia, atelectasia posquirúrgica y enfermedad neuromuscular de fases, pacientes dependientes de ventilador que experimentan neumonías frecuentes y personas con movilidad reducida o poca tolerancia a la posición de Trendelenburg. Las personas con problemas de eliminación de secreciones que surgen de una amplia gama de enfermedades y afecciones son candidatas para la terapia que usa el aparato de aplicación de impulsos al cuerpo de la presente invención.

30 La presente revelación es una realización preferente del aparato y el procedimiento de aplicación de impulsos al cuerpo. Se entiende que el aparato de aplicación de impulsos al cuerpo no ha de estar limitado a los materiales, a las construcciones ni a las disposiciones específicos mostrados y descritos. Se entiende que pueden efectuarse cambios en partes, materiales, disposiciones y ubicaciones de las estructuras sin apartarse de la invención según se reivindica.

40

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para generar presión de aire e impulsos de presión de aire en una cavidad que comprende:
- una carcasa (81) que tiene una cámara neumática pulsante (87) y una primera abertura,
- un primer diafragma (89) montado en la carcasa (81) que cierra la primera abertura,
- 5 un medio (116, 119) de accionamiento conectado al primer diafragma (89) operable para mover de forma oscilante el primer diafragma (89) con respecto a la cámara (94) de bombeo,
- un medio (61) que tiene un pasadizo adaptado para conectar la cámara neumática pulsante (87) de la carcasa (81) a la cavidad para llevar aire e impulsos de presión de aire a la cavidad,
- 10 una primera tapa (92) situada sobre el primer diafragma (89) y separada del mismo que tiene una primera cámara (94) de bombeo,
- primeros medios (93) que fijan la primera tapa (92) y el primer diafragma (89) a la carcasa (81),
- caracterizado porque** comprende una cámara colectora (88) separada de la cámara pulsante (87) por una pared interna (86) de la carcasa (81),
- estando dicha cámara colectora (88) en comunicación de aire con dicha primera cámara (94) de bombeo,
- 15 siendo operable al menos una válvula (99) montada en la pared interna (86) para permitir el flujo de aire desde la cámara colectora (88) a la cámara pulsante (87) y evitar que el aire vuelva a fluir desde la cámara pulsante (87) a la cámara colectora (88),
- un medio (167, 181) de regulación del flujo de aire para restringir el flujo de aire al interior y al exterior de la cámara colectora (88) para controlar la presión del aire en la cámara colectora (88),
- 20 un motor (118) de velocidad variable conectado al medio (119) de accionamiento, por lo que, al operar el motor (118), el medio (119) de accionamiento mueve de forma oscilante el primer diafragma (89) para impulsar aire al interior de la cámara pulsante (87) y hacer que el aire fluya desde la cámara colectora (88) hacia la primera cámara (94) de bombeo y fuera de la misma y aumentar la presión del aire en la cámara colectora (88),
- 25 permitiendo dicha válvula (99) que el aire fluya desde la cámara colectora (88) al interior de la cámara pulsante (87) cuando la presión del aire en la cámara colectora (88) es mayor que la presión del aire en la cámara pulsante (87), y
- un controlador (166) conectado al motor (118) operable para variar la velocidad del motor (118) para regular el movimiento oscilante del primer diafragma (89), regulando con ello la frecuencia de los impulsos de aire en la cámara pulsante (87) y la cavidad.
- 30
2. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado por** incluir: un temporizador (69) conectado al controlador (166) para controlar la duración del suministro eléctrico a dicho controlador (166) para regular la duración de la operación del motor (118), incluyendo dicho temporizador (69) un interruptor (77) de encendido-apagado operable para poner en marcha el temporizador (69) y cortar el suministro eléctrico al controlador (166),
- 35 deteniendo con ello la operación del motor (118).
3. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el primer diafragma (89) tiene una placa rígida (106) y un miembro flexible (107) rodeando la placa (106) y fijado a la misma, estando fijado dicho miembro flexible (107) a dicha carcasa (81) con los medios (93) que fijan la primera tapa (92) y el primer diafragma (89) a la carcasa (81), y medios de sujeción que fijan directamente la placa (106) a dicho medio (119) de accionamiento.
- 40
4. El aparato de la reivindicación 3 **caracterizado porque** el miembro flexible (107) tiene una sección continua (109) en pliegue de acordeón que rodea la placa (106) para minimizar el estiramiento del miembro flexible (107) durante los movimientos oscilantes del primer diafragma (89).
5. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el medio (167, 181) de regulación del flujo de aire incluye una válvula (167) que tiene un pasadizo (169) para permitir que el aire fluya a través de la válvula (167), un estrangulador (171) del flujo de aire situado en el pasadizo (169) para regular el flujo de aire a través de dicho pasadizo (169), y un control (72) conectado al estrangulador (171) para ajustar la posición del estrangulador (171) con respecto al pasadizo (169), ajustando con ello el flujo de aire a través de dicho pasadizo (169).
- 45

6. El aparato de la reivindicación 5 **caracterizado porque** el control (72) incluye un miembro (72) operado de forma manual utilizable por una persona para ajustar la posición del estrangulador (171) con respecto al pasadizo (169), ajustado con ello la presión del aire en la cámara colectora (88).
- 5 7. El aparato de la reivindicación 5 **caracterizado por** incluir un miembro poroso (176) conectado a la válvula (167) para permitir que fluya aire a través del miembro poroso (176) al interior del pasadizo (169) de la válvula (167).
- 10 8. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el medio (167, 181) de regulación del flujo de aire incluye un modulador (181) del flujo de aire situado corriente abajo del miembro ajustable (167), teniendo dicho modulador (181) un pasadizo (182) que permite que fluya aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.
- 15 9. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado por** incluir un miembro (181) montado sobre la carcasa (81) que tiene un pasadizo (174) abierto a la cámara colectora (88) y medios de regulación del flujo de aire, un modulador (181) del flujo de aire montado en el miembro que tiene un pasadizo (182) que permite que fluya aire desde el medio (167) de regulación del flujo de aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.
- 20 10. El aparato de la reivindicación 9 **caracterizado porque** dicho miembro (181) tiene un agujero (175) que permite que fluya una cantidad limitada de aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.
11. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque** dicha válvula unidireccional (99) tiene un alojamiento (101) montado en la pared interna (86), teniendo dicho alojamiento (101) un pasadizo (102) abierto a la cámara pulsante (87) y a la cámara colectora (88), y un miembro (103) de válvula situado en dicho pasadizo (102) operable para permitir que fluya aire desde la cámara colectora (88) al interior de la cámara pulsante (87) y evitar el flujo de aire desde la cámara pulsante (87) de vuelta a la cámara colectora (88).
- 25 12. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque** el medio (116) de accionamiento tiene un miembro transversal (121) situado en la cámara pulsante (87) fijado a la carcasa (81), teniendo dicho miembro transversal (121) superficies guía (124, 126) paralelas separadas que se extienden de forma normal al diafragma (89), un yugo (127) situado en acoplamiento deslizante con dichas superficies guía (124, 126) y amovible en direcciones opuestas normales a dicho diafragma (89), medios (122, 123) de fijación que sujetan directamente el yugo (127) al diafragma (89), teniendo dicho yugo (127) una abertura (133), un bloque corredizo (134) situado en dicha abertura (133) para un movimiento normal al movimiento del yugo (127), teniendo dicho bloque (134) un orificio cilíndrico, una excéntrica (136) situada en dicho orificio, un árbol (137) fijado a la excéntrica (136), conectado con accionamiento a los medios de transmisión de energía, por lo que, con la operación del motor (118), el árbol (137) gira, dando vueltas a la excéntrica (136) y moviendo linealmente el yugo (127) en direcciones lineales opuestas y hacer oscilar el diafragma (89) en direcciones lineales opuestas.
- 30 13. El aparato de la reivindicación 1 **caracterizado porque**
- 35 la carcasa (81) rodea la cámara neumática pulsante (87),
- dicha carcasa (81) tiene la primera abertura y una segunda abertura frente a la primera abertura,
- el primer diafragma (89) se extiende sobre la primera abertura de la carcasa (81), la primera tapa (92) situada sobre el primer diafragma (89) y separada del mismo tiene la primera cámara (94) de bombeo en comunicación con el primer diafragma (89),
- 40 los primeros medios (93) fijan la primera tapa (92) y el primer diafragma (89) a la carcasa, extendiéndose un segundo diafragma (91) sobre la segunda abertura de la carcasa (81),
- una segunda tapa (96) situada sobre el segundo diafragma (91) y separada del mismo tiene una segunda cámara (98) de bombeo en comunicación con el segundo diafragma (91),
- 45 los segundos medios (97) fijan la segunda tapa (96) y el segundo diafragma (91) a la carcasa (81),
- dicha cámara colectora (88) está en comunicación de aire con dichas cámaras (94, 98) de bombeo primera y segunda,
- dicha al menos una válvula (99) es una válvula unidireccional (99) montada en la pared interna (86),
- 50 dicho medio (167, 181) de regulación del flujo de aire incluye un miembro ajustable (167) operable para ajustar el caudal de aire que entra y sale de la cámara colectora (88), regulando con ello la presión del aire en la cámara colectora (88), comprendiendo el medio de accionamiento conjuntos primero y segundo de transmisión del movimiento,

el primer conjunto (116) de transmisión del movimiento, conectado al primer diafragma (89) es operable para mover linealmente el primer diafragma (89) con respecto a las cámaras (87, 94) pulsante y primera de bombeo,

el segundo conjunto (117) de transmisión del movimiento, conectado al segundo diafragma (91) es operable para mover linealmente el segundo diafragma (91) con respecto a las cámaras (87, 98) pulsante y segunda de bombeo,

los medios (119) de transmisión de energía conectan el motor (118) a los conjuntos (116, 117) primero y segundo de transmisión del movimiento, por lo que, con la operación del motor (118), los conjuntos (116, 117) primero y segundo de transmisión del movimiento hacen oscilar linealmente los diafragmas (89, 91) primero y segundo para impulsar el aire en la cámara pulsante (87) y hacer que el aire fluya desde la cámara colectora (88) al interior de las cámaras (94, 98) primera y segunda de bombeo y fuera de las mismas y aumentar la presión del aire en la cámara colectora (88), siendo operable dicho controlador (166) para regular los movimientos oscilantes de los diafragmas (89, 91) primero y segundo.

14. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado por** incluir un temporizador (69) conectado al controlador (116) para controlar la duración del suministro eléctrico a dicho controlador (166) para regular la duración de la operación del motor (118), incluyendo dicho temporizador (69) un interruptor (77) de encendido-apagado operable para poner en marcha el temporizador (69) y cortar el suministro eléctrico al controlador (166), deteniendo con ello la operación del motor (118).

15. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado porque** cada uno de los diafragmas (89, 91) primero y segundo tiene una placa rígida (106, 111) y un miembro flexible (107, 114) que rodea y está fijado a la placa, estando fijado dicho miembro flexible (107, 114) a dicha carcasa (81) con uno de los medios primero y segundo (93, 97) y sujetando los medios de sujeción directamente cada placa (106, 111) a un conjunto (116, 117) de transmisión del movimiento.

16. El aparato de la reivindicación 15 **caracterizado porque** cada miembro flexible (107, 114) tiene una sección continua (109) en pliegue de acordeón que rodea la placa (106, 111) para minimizar el estiramiento del miembro flexible durante los movimientos oscilantes de los diafragmas (89, 91).

17. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado porque** el miembro ajustable (167) del medio (167, 181) de regulación del flujo de aire comprende una válvula (167) que tiene un pasadizo (169) para permitir que fluya aire a través de la válvula (167), un estrangulador (171) del flujo de aire situado en el pasadizo (169) para regular el flujo de aire a través de dicho pasadizo (169), y un control (72) conectado al estrangulador (171) para ajustar la posición del estrangulador (171) con respecto al pasadizo (169), ajustando con ello el flujo de aire a través de dicho pasadizo (169).

18. El aparato de la reivindicación 17 **caracterizado porque** el control (72) incluye un miembro (72) operado de forma manual utilizable por una persona para ajustar la posición del estrangulador (171) con respecto al pasadizo (169), ajustado con ello la presión del aire en la cámara colectora (88).

19. El aparato de la reivindicación 17 **caracterizado por** un miembro poroso (176) conectado a la válvula (167) para permitir que fluya aire a través del miembro poroso (176) al interior del pasadizo (169) de la válvula (167).

20. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado porque** el medio (167, 181) de regulación del flujo de aire incluye un modulador (181) del flujo de aire situado corriente abajo del miembro ajustable (167), teniendo dicho modulador (181) un pasadizo (182) que permite que fluya aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.

21. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado por** incluir un miembro (181) montado sobre la carcasa (81) que tiene un pasadizo (174) abierto a la cámara colectora (88) y medios de regulación del flujo de aire, un modulador (181) del flujo de aire montado en el miembro que tiene un pasadizo (182) que permite que fluya aire desde el medio (167, 181) de regulación del flujo de aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.

22. El aparato de la reivindicación 21 **caracterizado porque** dicho miembro (181) tiene un agujero (175) que permite que fluya una cantidad limitada de aire al interior de la cámara colectora (88) y fuera de la misma.

23. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado porque** dicha válvula unidireccional (99) tiene un alojamiento (101) montado en la pared interna (86), teniendo dicho alojamiento (101) un pasadizo (102) abierto a la cámara pulsante (87) y a la cámara colectora (88), y un miembro (103) de válvula situado en dicho pasadizo (102) operable para permitir que fluya aire desde la cámara colectora (88) al interior de la cámara pulsante (87) y evitar el flujo de aire desde la cámara pulsante (87) de vuelta a la cámara colectora (88).

24. El aparato de la reivindicación 13 **caracterizado porque** cada uno de los conjuntos (116, 117) primero y segundo de transmisión del movimiento tiene un miembro transversal (121, 144) situado en la cámara pulsante

(87) fijado a la carcasa (81), teniendo dicho miembro transversal (121, 144) superficies guía (124, 126, 142, 143) paralelas separadas que se extienden de forma normal a los diafragmas (89, 91),

5 un yugo (127, 139) situado en acoplamiento deslizante con dichas superficies guía y amovible en direcciones opuestas normales a dichos diafragmas (89, 91), medios (122, 123, 146, 147) de fijación que sujetan directamente el yugo (127, 139) al diafragma (89, 91), teniendo dicho yugo una abertura (133, 148),

10 un bloque corredizo (134, 149) situado en dicha abertura (133, 148) para un movimiento normal al movimiento del yugo (127, 139), teniendo dicho bloque un orificio cilíndrico, una excéntrica (136, 151) situada en dicho orificio, un árbol (137) fijado a la excéntrica (136, 151), conectado con accionamiento a los medios (119) de transmisión de energía, por lo que, con la operación del motor (118), el árbol (137) gira, dando vueltas a la excéntrica (136, 151) y moviendo linealmente el yugo (127, 139) en direcciones lineales opuestas y hacer oscilar los diafragmas (89, 91) en direcciones lineales opuestas.

15 **25.** El aparato según cualquiera de la reivindicaciones 13 a 24 en el que la cavidad comprende un núcleo neumático (36) que tiene una pared flexible (32) y una cámara neumática interna (37) que rodea la parte superior del cuerpo de una persona para aplicar impulsos repetitivos de presión a dicha parte superior del cuerpo de la persona,

20 **caracterizado porque** dicho medio (61) que tiene un pasadizo adaptado para conectar la cámara neumática pulsante de la carcasa a la cavidad está conectado a la cámara neumática pulsante (87) para llevar aire e impulsos de presión de aire desde la cámara pulsante (87) a la cámara interna (37) del núcleo neumático (36), por lo que los impulsos de presión de aire aplican fuerzas de impulsos repetitivos de presión a la parte superior del cuerpo de la persona,

permitiendo dicha válvula unidireccional (99) que fluya aire desde la cámara pulsante (87) al interior de la cámara (37) de aire del núcleo neumático (36) cuando la presión del aire en la cámara colectora (87) es mayor que la presión del aire en la cámara pulsante (87), y

25 siendo operable dicho controlador (166) para regular los movimientos oscilantes de los diafragmas (89, 91), regulando con ello la frecuencia de los impulsos de aire en la cámara pulsante (87) y en la cámara (37) de aire del núcleo neumático (36), regulando con ello la frecuencia de las fuerzas de impulsos repetitivos de presión aplicados a la parte superior del cuerpo de la persona.

30 **26.** El aparato según cualquiera de la reivindicaciones 1 a 12 en el que la cavidad comprende un núcleo neumático (36) que tiene una pared flexible (32) y una cámara neumática interna (37) que rodea la parte superior del cuerpo de una persona para aplicar impulsos repetitivos de presión a dicha parte superior del cuerpo de la persona,

35 **caracterizado porque** dicho medio (61) que tiene un pasadizo adaptado para conectar la cámara neumática pulsante (87) de la carcasa (81) a la cavidad está adaptado para conectar la cámara neumática pulsante (87) de la carcasa (81) a la cámara (37) de aire del núcleo neumático (36) para llevar aire e impulsos de presión de aire a la cámara (37) de aire del núcleo neumático (36) para aplicar impulsos repetitivos de presión a la parte superior del cuerpo de la persona,

40 siendo operable dicho controlador (166) para regular el movimiento oscilante del primer diafragma (89), regulando con ello la frecuencia de los impulsos de aire en la cámara pulsante (87) y en la cámara (37) de aire del núcleo neumático (36), regulando con ello la frecuencia de los impulsos repetitivos de presión aplicados a la parte superior del cuerpo de la persona.

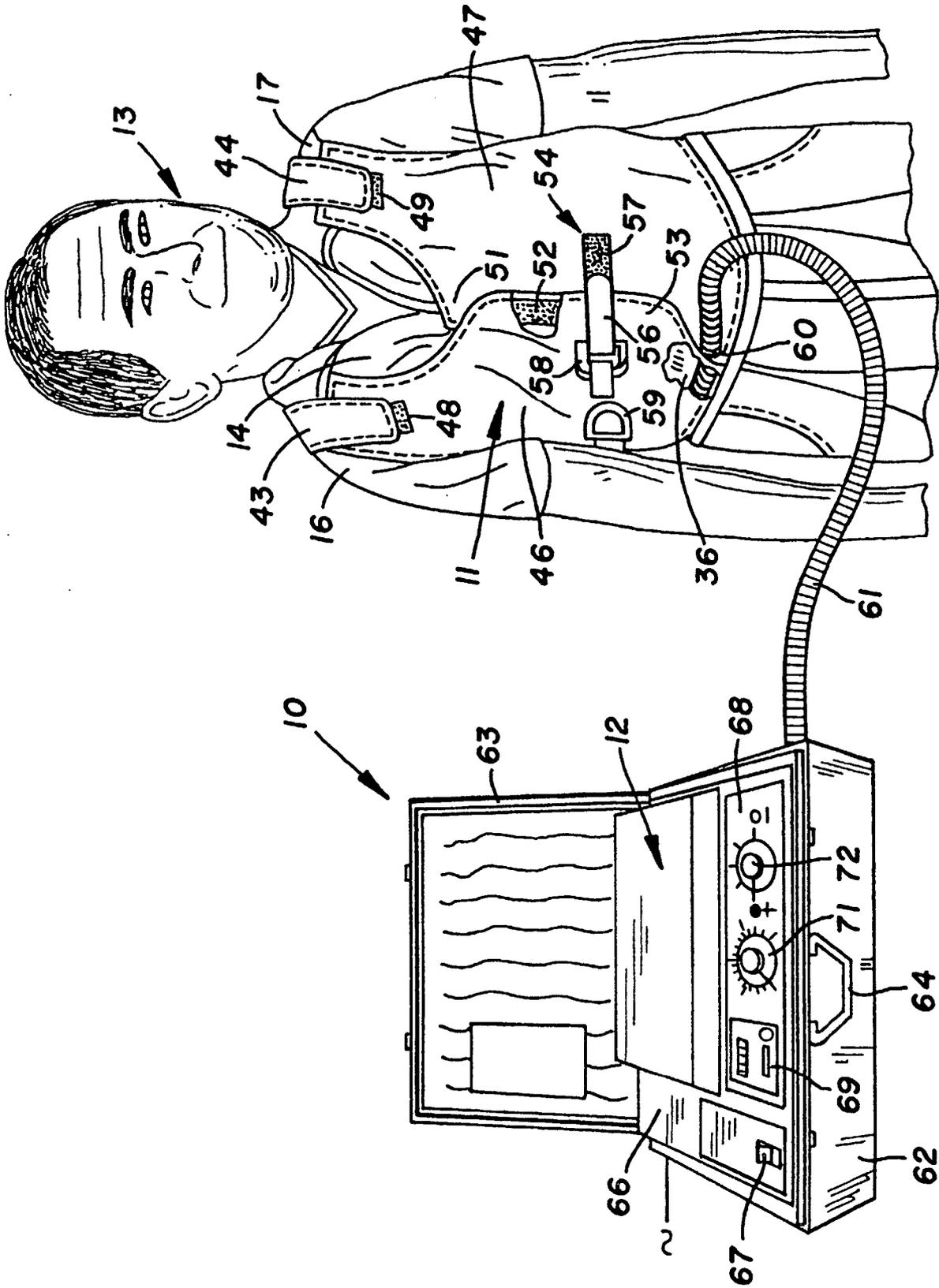


FIG.1

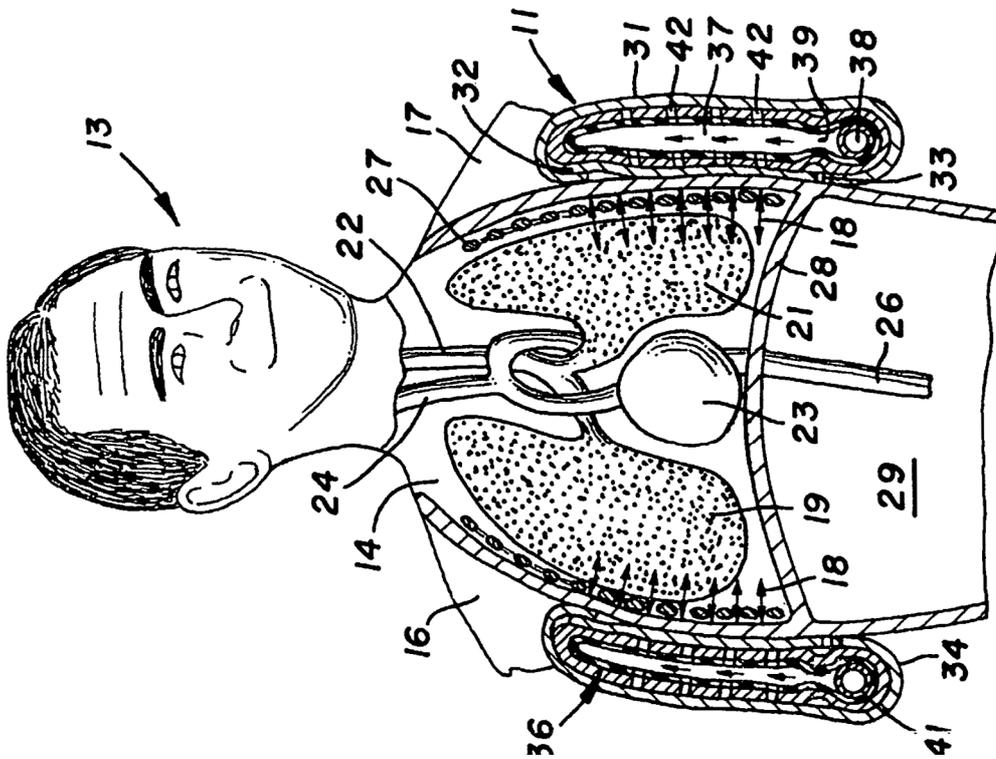


FIG. 2

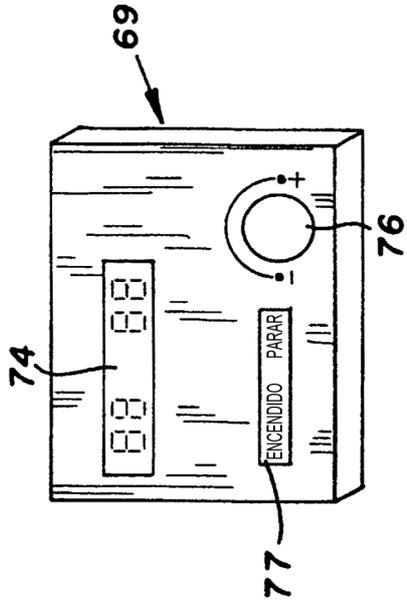


FIG. 3

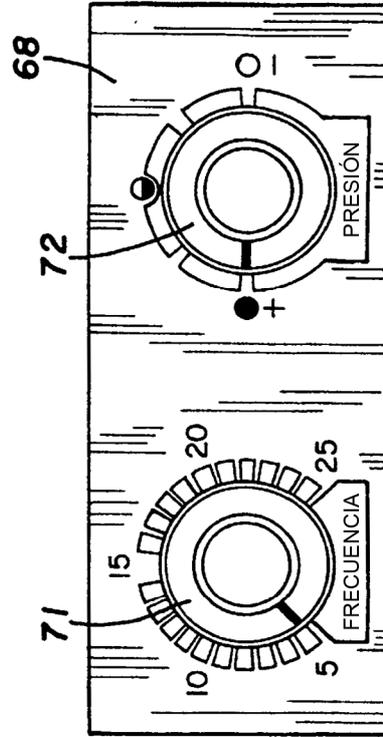


FIG. 4

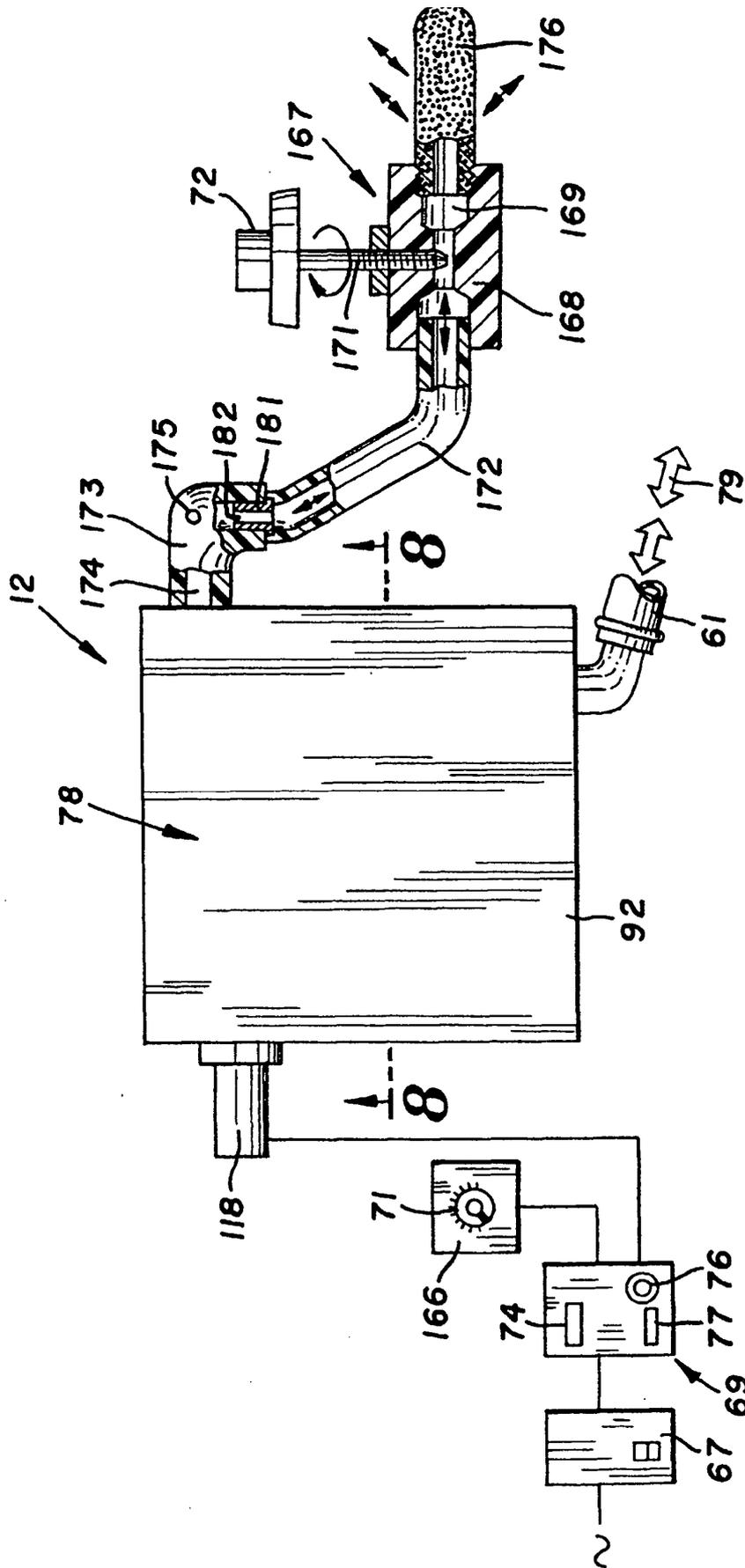


FIG.5

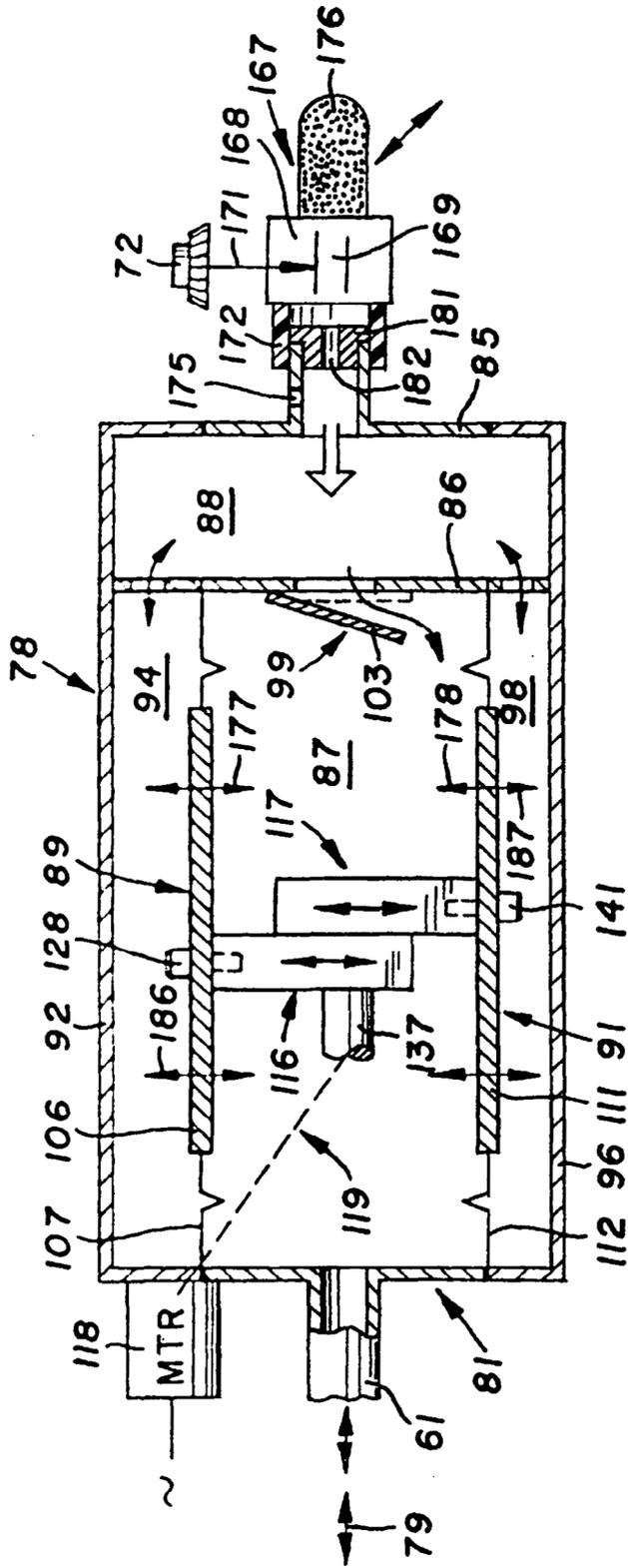


FIG. 6

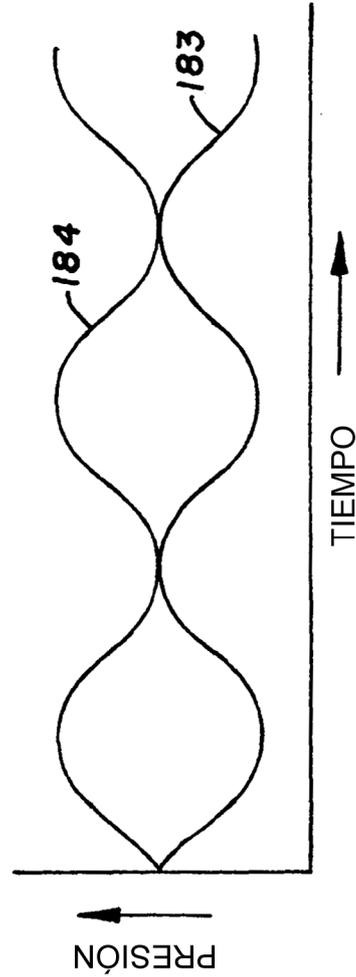


FIG. 7

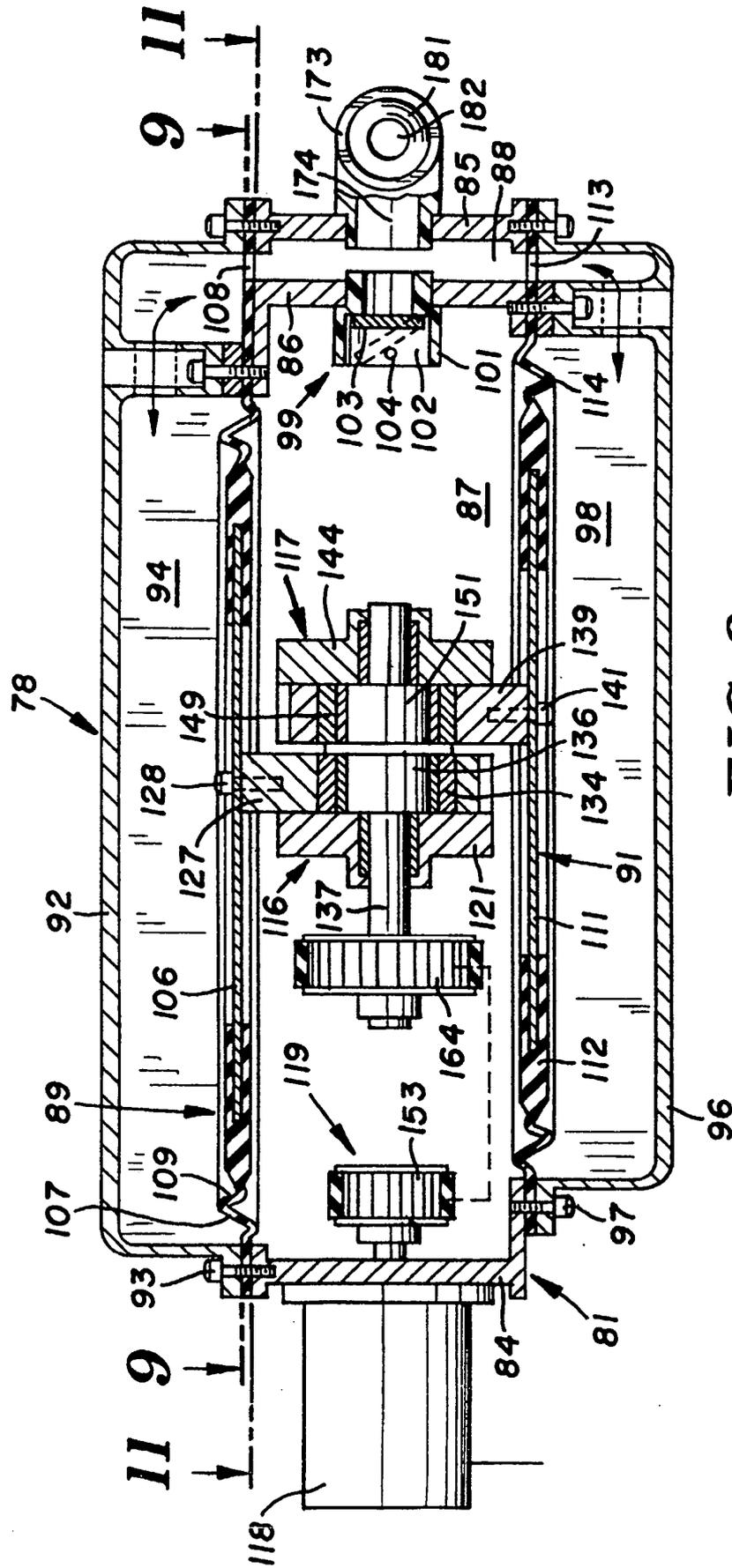


FIG. 8

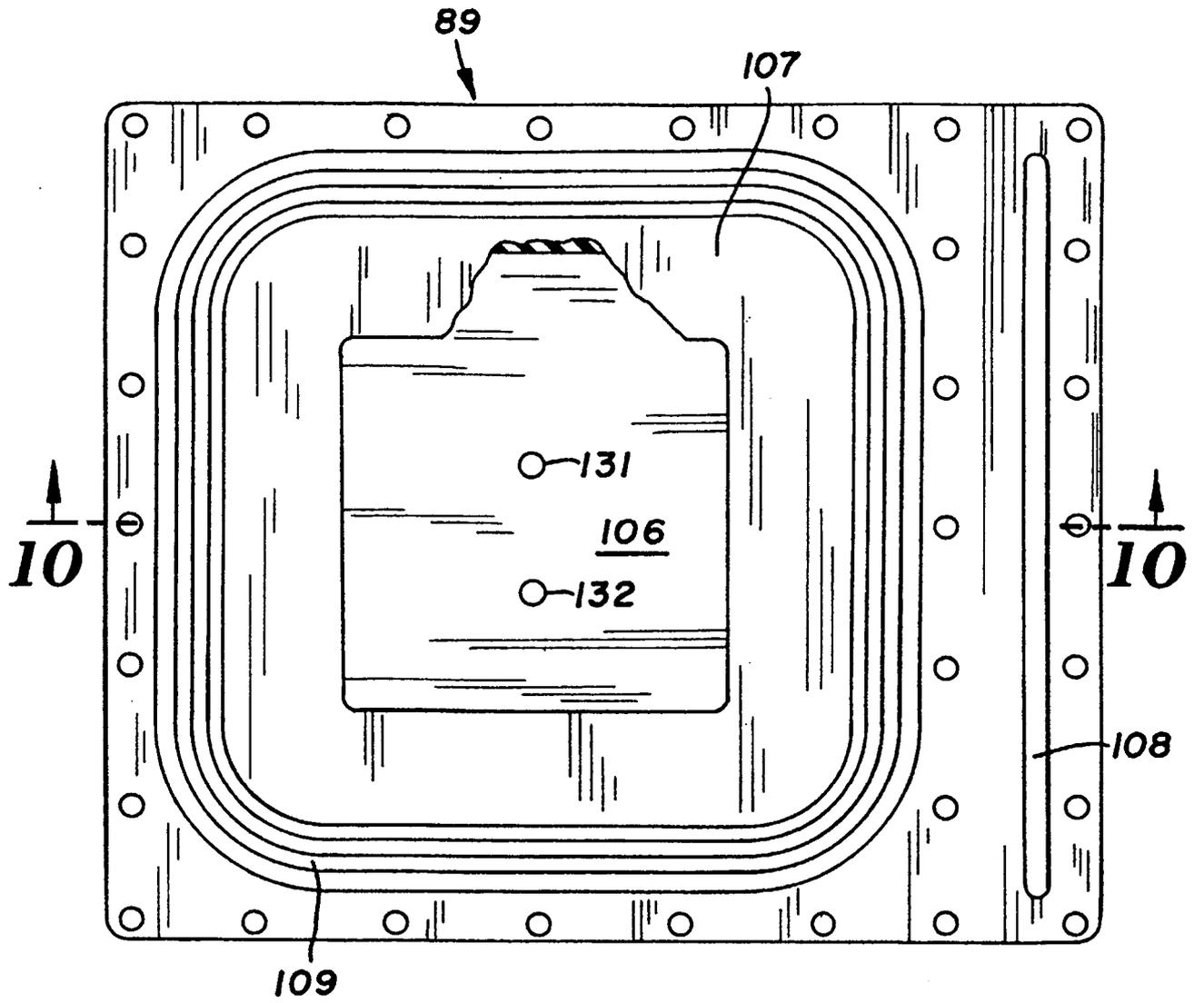


FIG. 9

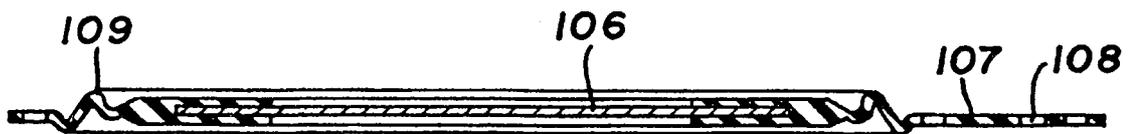


FIG. 10

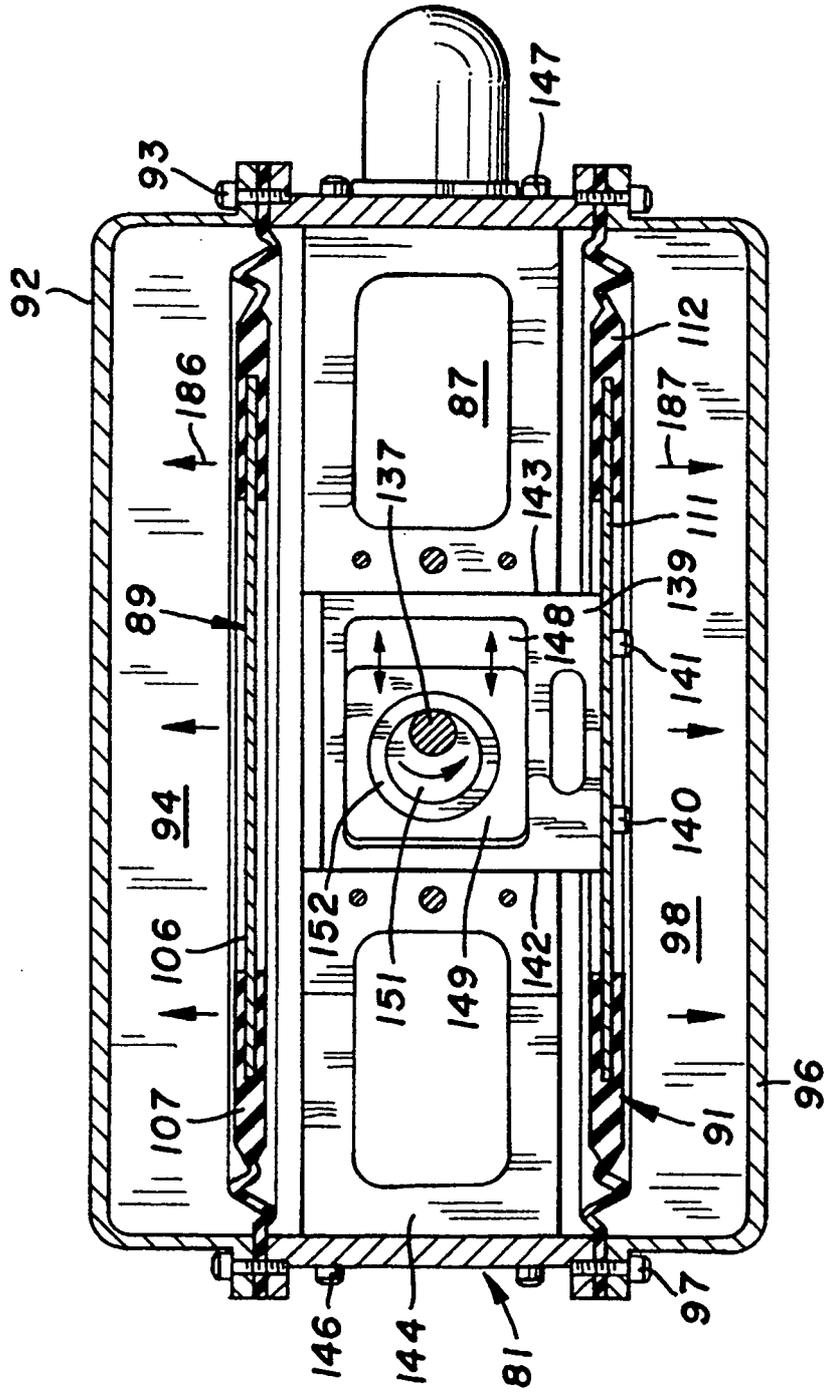


FIG.12

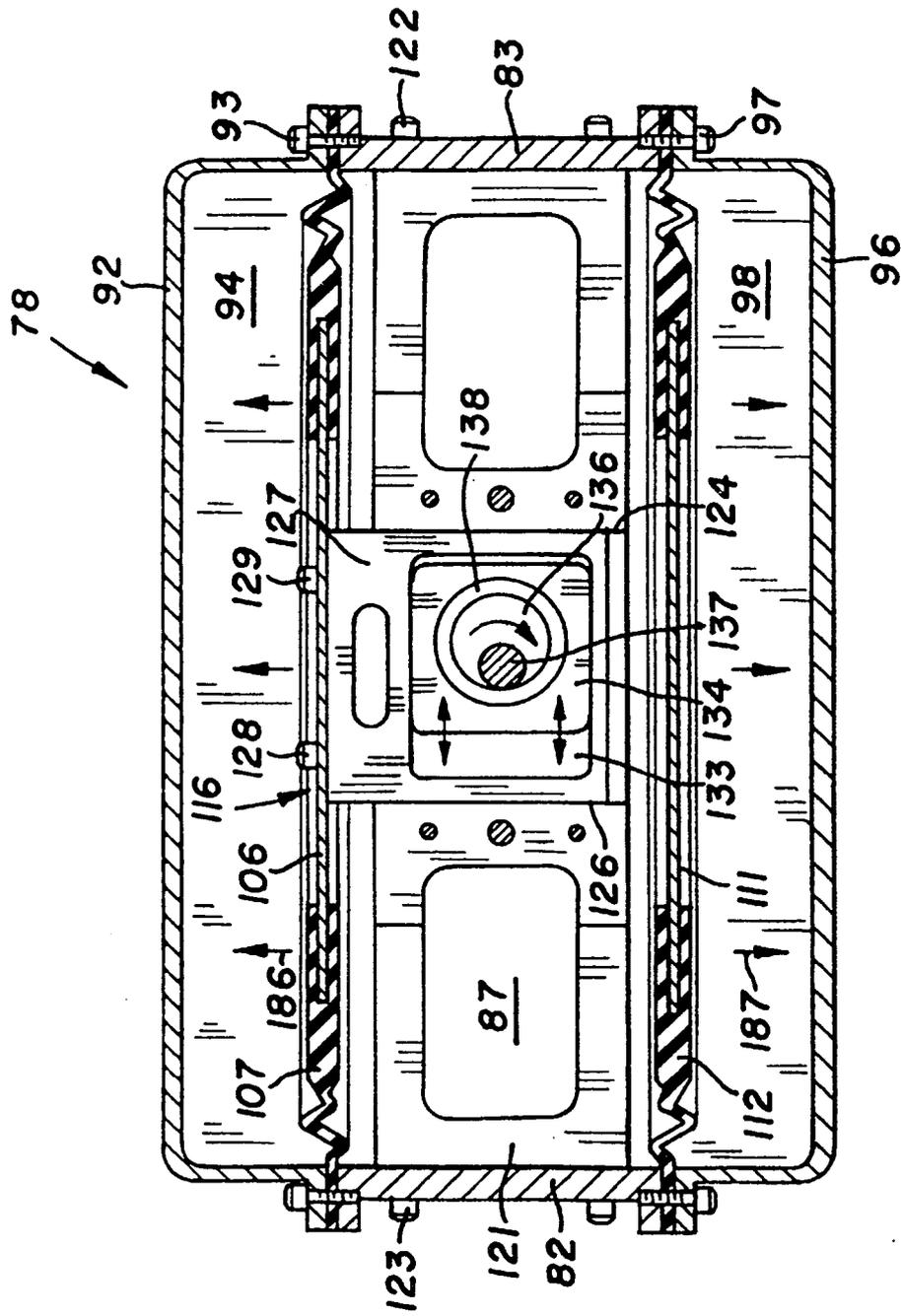


FIG.13

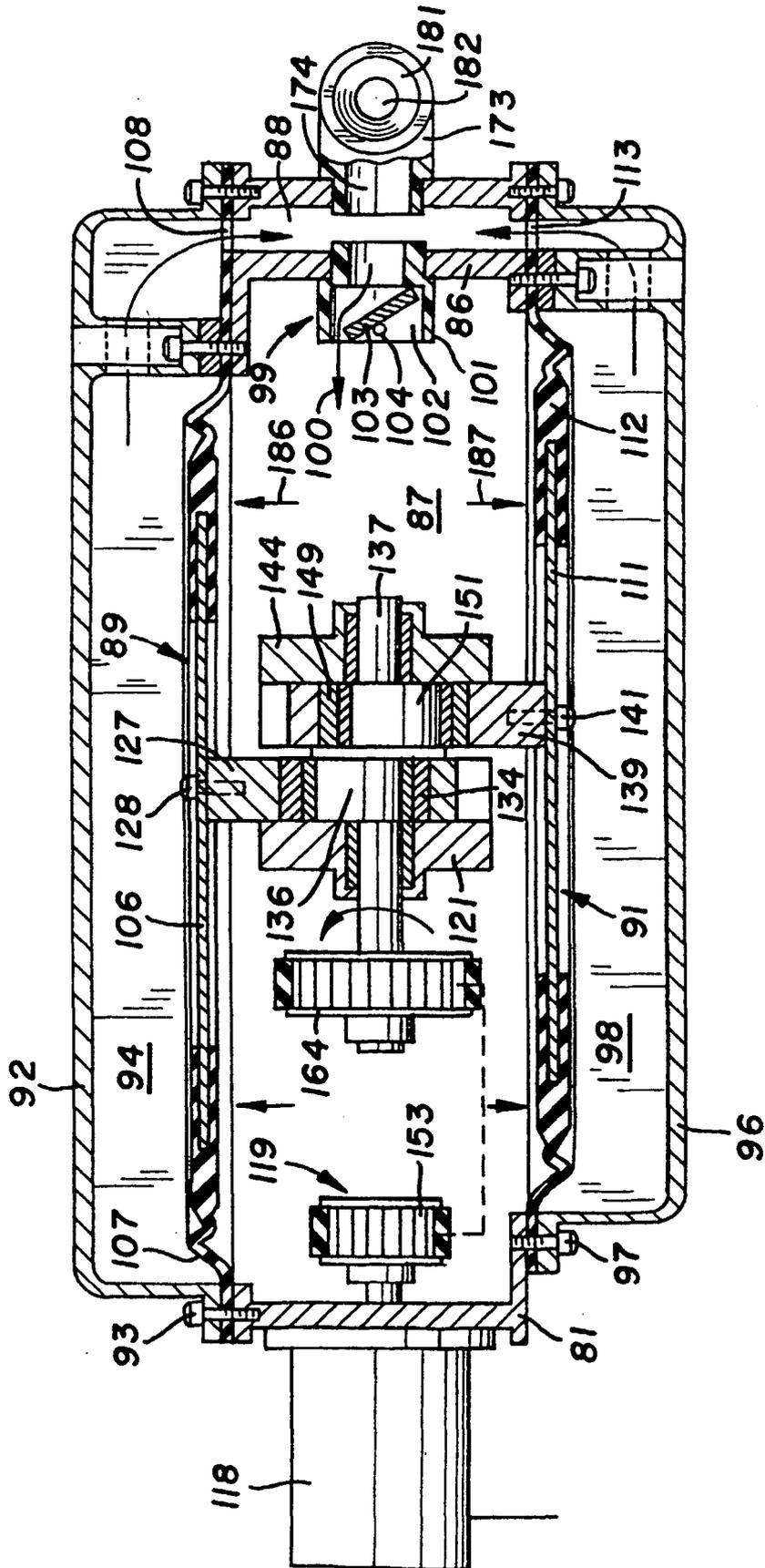


FIG. 14

